

屋外用蓄光式避難場所等標識の試験方法

一般財団法人 日本塗料検査協会
東支部 検査部 比留川 伸 司

1. はじめに

以前より、災害発生という緊急時において全国どの地域においても、迅速かつ円滑に避難を行え、誰にでも判りやすく統一された避難標識を全国的に整備する必要に迫られている。

避難標識としては平成 12 年度に総務省消防庁に設置された「避難標識に関する調査検討委員会」から避難誘導及び避難場所に設置する標識について報告され、その後、JIS 化された JIS Z 8210 (案内用図記号) の中に広域避難場所等の避難標識がある。また、平成 16 年度に総務省消防庁に設置された「防災のための図記号に関する調査検討委員会」から報告された津波に関する統一標識として津波避難場所、津波避難ビル及び津波注意の図記号がある (図 1)。



図 1 避難場所を示す図記号

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災において大地震及び大津波等により大規模な停電を伴う災害となった。夕方から夜間に住民が避難する際に停電により、周囲が暗闇になり避難誘導標識の視認が困難となった。今回のような大地震が夜間に起こった場合、屋外では停電により道路等の視認が困難な状況となり容易に避難できない。停電時に速やかに避難できるような長残光の蓄光性を持たせた高輝度蓄光式避難誘導標識は開発されていたが、屋外用蓄光式避難標識の有効性を評価するための性能に関する基準及び評価方法は明確ではなく、導入が遅れていた。

そこで、屋外用蓄光式避難標識の性能に関する基準及び評価方法を明確にするため、(財)日本消防設備安全センターの防火安全機器等委員会と屋外用蓄光式避難場所等標識の規格原案を作成することとなった。日塗検もこの委員会に参画し、試験方法の内容等について検討を行ったので、規格の内容及び検討の概要について報告する。

参考までに官公庁及び各団体により制定された屋内用蓄光式避難誘導標識の規格を下記に示す。

1) JIS 規格

JIS Z 9107:2008 (安全標識—性能の分類、性能基準及び試験方法)

2) (財)日本消防設備安全センター規格

平成 18 年 5 月 11 日版 (蓄光式誘導標識及び高輝度蓄光式誘導標識) [性能評定]

3) 東京消防庁基準

平成 17 年 3 月東京消防庁告示第 4 号 (東京消防庁避難口明示物及び避難方向明示物の構造及び性能の基準) [登録制度]

2. 屋外用規格と屋内用規格の主な違いについて

蓄光式避難用標識のりん光輝度持続性について、屋内用では大規模ビル及び地下街からの避難誘導の時間に当たる 60 分間持続すること、また、屋外用では日没から日の出までの時間に当たる 720 分間持続することが期待される。屋外用蓄光式避難場所等標識と屋内用高輝度蓄光式誘導標識の規格内容を表 1 に示す。屋外用蓄光式避難場所等標識の試験項目には 7 項目ある。屋外用で重要視される試験項目はりん光輝度の持続時間と屋外耐久性である。りん光輝度の持続時間を判定するための区分は、3 区分あり、720 分後の表示面平均輝度で判定する (表 2)。3mcd/m² は肉眼で、10m 離れて表示物の輪郭がはっきり見える限界のりん光輝度と言われている。また、屋外では主に太陽光により蓄光材が励起されるので、りん光輝度測定の際の励起条件は室内と異なる。条件等に関しては、りん光輝度励起条件の検討で述べる。屋外耐久性に関しては、紫外線、塩害等による影響を考慮した試験項目が規定されている。特に紫外線や降雨等の影響を見る促進耐候性試験については、屋外用蓄光式避難場所等標識と類似する環境で使用されている道路標識の材料規格 (JIS Z 9117 再帰性反射材) を参照し、試験方法はサンシャインカーボンアーク灯式 1000 時間である。尚、開放廊下等に適用される屋内用規格高輝度蓄光式誘導標識の試験時間は 200 時間である。

表1 屋外用規格と屋内用規格の主な違いについて

| 試験項目 | 屋外用規格 | 屋内用規格 | | | | | |
|--------|-----------------|------------|------|------|------------|----|---|
| | 屋外用蓄光式避難場所等標識 | 高輝度蓄光式誘導標識 | | | | | |
| | 屋外用 | 屋内用 | | | 屋外用（開放廊下等） | | |
| | | 床用 | 壁用 | | 床用 | 壁用 | |
| 1m未満 | 1m以上 | | 1m未満 | 1m以上 | | | |
| 耐磨耗性 | — | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — |
| 耐水性 | ○ | ○ | ○ | — | ○ | ○ | ○ |
| 耐候性 | ○ ^{*1} | — | — | — | ○ | ○ | ○ |
| 耐燃性 | ○ | — | ○ | ○ | ○ | — | — |
| 耐薬品性 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 曲げ強度 | — | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| すべり抵抗 | — | ○ | — | — | ○ | — | — |
| 耐凍結融解性 | — | — | — | — | ○ | ○ | ○ |
| 輝度 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 発光色 | — | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 耐食性 | ○ ^{*2} | — | — | — | — | — | — |
| 耐気象性 | ○ ^{*3} | — | — | — | — | — | — |

^{*1} 耐候性：サンシャインカーボンアーク灯式促進耐候性試験 1000 時間

^{*2} 耐食性：耐中性塩水噴霧性 100 時間

^{*3} 耐気象性：-20℃, 8h → 40℃, 98% RH, 16h（移行時間は1時間以内）を1サイクルとし、7サイクル

表2 屋外用蓄光式避難場所等標識の区分と表示面平均輝度

| 区分 | 表示面平均輝度 (720 分後) |
|-------|---|
| I 類 | 3mcd/ m ² 以上 10mcd/ m ² 未満 |
| II 類 | 10mcd/ m ² 以上 15mcd/ m ² 未満 |
| III 類 | 15mcd/ m ² 以上 |

3. 屋外用蓄光式避難場所等標識の検討内容

当該標識における試験方法の内容を検討するにあたり、「高機能消防防災用標識等規格検討委員会での高輝度蓄光式避難標識に関する研究」を参照し、りん光輝度測定の励起条件（紫外線強度及び励起時間）、及び耐候性、さらに、正確で迅速にりん光輝度を測定する方法として、分布測定方法の検討を行った。

3.1 りん光輝度測定の励起条件

はじめに、試験の中で最も重要なりん光輝度測定の励

起条件の検討について報告する。りん光輝度測定の励起条件を決めるために、光源の選定及び紫外線強度の検討を行った。

屋内用では紫外線量が少ない D65 蛍光灯等が規定されているが、屋外用は紫外線量が多く、波長が太陽光に比較的近い JIS Z 9107 等で規定されているキセノン標準白色光源とした。

日本では日没 60 分前の紫外線強度が 400 μW/cm²以上

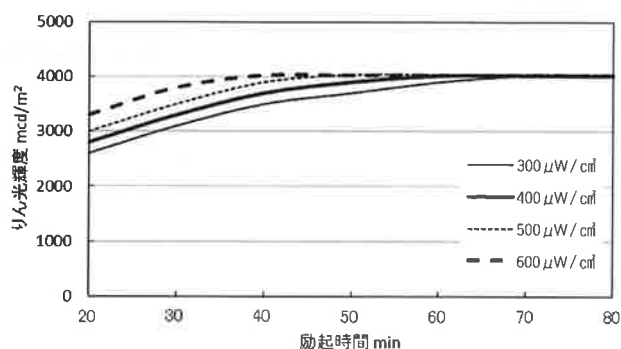


図2 紫外線強度及び励起時間とりん光輝度

である。紫外線強度及び励起時間とりん光輝度の関係を図2に示す。飽和りん光輝度は何れの紫外線強度においても4000mcd/m²であり、飽和するまでの時間は紫外線強度300 μW/cm²では70分、400 μW/cm²では60分、500 μW/cm²では50分、600 μW/cm²では40分であった。

これらの内容を踏まえてりん光輝度測定の励起条件としては、光源キセノンランプ、励起時間60分間、紫外線強度400 μW/cm²とした。

3.2 耐候性試験後のりん光輝度

当該標識のりん光輝度について、測定例及び測定条件を表3に示す。試料Aは標準品、試料Bは長残光タイプ、試料Cは高輝度長残光タイプである。20分後のりん光輝度に対して720分後は、試料Aで1%、試料Bで2%、試料Cで3%程度保持している。

耐候性試験後のりん光輝度測定結果を表4に示す。試験前後のりん光輝度を比較すると60分後までは約10~20%程度の低下があったが、720分後では耐候性試験前後の差はほとんど見られなくなった。

表3 励起後の経過時間とりん光輝度（耐候性試験前）

| 経過時間 | りん光輝度 mcd/ m ² | | |
|------|---------------------------|-----|-----|
| | 試料A | 試料B | 試料C |
| 20分 | 282 | 230 | 350 |
| 60分 | 78 | 67 | 120 |
| 120分 | 29 | 25 | 60 |
| 720分 | 3 | 5 | 10 |

りん光輝度測定条件

励起条件：400 μW/cm²で60分励起

光源：浜松ホトニクス(株)製 L2175 キセノンランプ

紫外線強度計：(株)トプコン製 UVR-300 + UD-400

(波長域：360 ~ 490nm)

輝度測定条件

輝度計：(株)トプコン製 BM-5A

測定角：2°

表4 耐候性試験前後のりん光輝度

| 経過時間 | りん光輝度 mcd/ m ² | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 試料A | | 試料B | | 試料C | |
| | 試験前 | 試験後 | 試験前 | 試験後 | 試験前 | 試験後 |
| 20分 | 282 | 235 | 230 | 184 | 350 | 312 |
| 60分 | 78 | 64 | 67 | 57 | 120 | 107 |
| 120分 | 29 | 27 | 25 | 23 | 60 | 54 |
| 720分 | 3 | 3 | 5 | 5 | 10 | 9 |

3.3 りん光輝度の短時間測定方法

りん光輝度の持続性を短時間で調べる方法としてJIS Z 9107に規定されている外挿法を用いた。720分後のりん光輝度を外挿法により推定した場合、どの程度実測値と近似しているかを確認した。720分後のりん光輝度を60分後、120分後、240分後、360分後の測定値から指数関数近似にて推定し、その結果を表5に示す。表5に示す通り実測値と大きく異なり、外挿法より720分後のりん光輝度を求めることは困難であることが分かった。

表5 外挿法による720分後のりん光輝度

| | りん光輝度 mcd/ m ² | | |
|-----------|---------------------------|-----|-----|
| | 試料A | 試料B | 試料C |
| 外挿法による推定値 | 5 | 8 | 14 |
| 実測値 | 3 | 5 | 10 |

3.4 りん光輝度の分布測定

簡易的に外挿法により長時間のりん光輝度を求めることが困難なことから、正確で迅速に測定する方法として大面積が一度に測定できる測定方法を検討した。りん光輝度分布測定法の利点は、複数の試料も同時に測定でき、且つ、標識内の特定箇所を同時に測定することができる点である。りん光輝度の分布測定法及び従来法(スポット測定)による結果を図3及び表6に示す。図中のりん光輝度分布は赤(最大値:800mcd/m²)→緑(中央値:400mcd/m²)→青(最小値:0mcd/m²)で表示している。表6の結果からりん光輝度の分布測定法と従来法(スポット測定)の測定値に差はほとんどなく同時に複数の試料を測定できることが分かった。但し、20分後のりん光輝度分布をみるとシンボル(蓄光材がシンボルインキに隠ぺいされている箇所)の周囲は著しくりん光輝度が低くなっており、消防設備の定期検査等で測定する場合は、シンボルからの距離も今後規定しておく必要がある。



| 経過時間 | りん光輝度分布 | りん光輝度 mcd/ m ² | | |
|------|---|---------------------------|-----|-----|
| | | 最大値 | 最小値 | 平均値 |
| 20分 |  | 541 | 118 | 350 |
| 720分 |  | 13 | 7 | 10 |

図3 りん光輝度の分布測定結果

表6 りん光輝度の分布測定と従来測定

| 測定箇所 | りん光輝度(60分後) mcd/ m ² | |
|------|---------------------------------|--------|
| | 分布測定 | スポット測定 |
| 右側 | 120 | 124 |
| 中央 | 118 | 120 |
| 左側 | 121 | 122 |

りん光輝度の分布測定条件

励起条件：400 μ W/cm² で60分励起

光源：浜松ホトニクス(株)製 L2175 キセノンランプ

紫外線強度計：(株)トプコン製 UVR-300 + UD-400

(波長域：360 ~ 490nm)

輝度測定条件

輝度計：(株)トプコン製輝度色度

ユニフォミティ測定装置 UA-1000A

測定角：2°

4. おわりに

今後、さらに実際に設置された当該標識のりん光輝度測定を分布測定法を用いて行い、現場測定法として確立するためのデータの収集を行いたい。また、近々予定されている日本標識工業会の屋外用蓄光標識の自主管理基準には、よりユーザーに使い勝手がよく且つ精度の高い測定方法を提案していきたい。